THÈSE

SUR

L'AMMONIUM

PAR

GEORGES DELLA SUDDA.



PARIS.

TYPOGRAPHIE DE HENRI PLON,

IMPRIMEUR DE L'EMPEREUR

RUE GARANCIÈRE, 8

1855



M. S. Bouchardat

professeur à la faculté de medecine

pharmacien en chef à l'Hotel Dieu

Hommage de

l'auteur

[illegible]



جناب ترکیب فرمای اجزای ابدان انام نزهت ذاته عن احاطة العقول والافهام
حضرتلری پادشاه لقمان حکمت وشهنشاه ارسطو فکرت ولی نعمت
بیمنتمز شوکتلو مهابتلو قدرتلو عظمتلو السلطان الغازی عبد المجید
خان ابدالله ایام عمره ودولته بالشوکة والشان افندمز حضرتلرینی الی یوم القیام
کمال صحت وعافیتله سریرارای عز واحتشام بیورسونلر امین بو عبد کمینه عاجز
جنود نصرت موعود حضرت ملوکانه اجزاجی باشیسی میرالایلق رتبهٔ رفیعه سنی
حائز بولنان فائق بکک مخدومی اولوب با واجدادم ملک نان ونعمت حضرت
شهنشاهی ایله پرورده اولدیغی مثللو بو عبد عاجز دخی دار العلوم الحکمیه
اولان مکتب طبیهٔ شاهانه ده تحصیل علم ومعارفه ایدرك اونجی صنف طلبه سنده
معدود اولدیغم حالده پارسه عزیمت وتکمیل علم معارفه علی قدر الوسع
سعی وغیرت ایدوب پارس مکتب طبیه سنده دخی پاشلبذ ازلرّ وپاشلیکذ
ازسیانس وپارس خسته خانه لری انترن عنوانلری ایله مکتب اسپچیاریده
علماً وعملاً برنجی درجه اسپچیارلق راده سنی احراز ایتمش وتز تعبیر اولنور اشبو رساله نك
تألیف وترتیبنه موفق اولمش وبو دخی مجرد سایهٔ قدر توانهٔ جناب جهانداریده اولان
تحصیلاتمك ثمره سیله حصوله کلمش بر کیفیت اولدیغندن محضا ادای تشکر ومحمدت الطاف
جناب جهانبانی معرضنده دیباجهٔ رسالهٔ عاجزانه م نام نامی همایونلریله تزیین سرلوحهٔ افتخار قلنمشدر

المؤلف

A

Sa Majesté Impériale

GHASI SULTAN ABD UL-MEDJID KHAN.

Qu'il soit permis au plus humble de vos sujets d'avoir l'insigne honneur de dédier à Votre Majesté son premier travail. Trop indigne pour attirer l'attention de mon souverain, j'ose néanmoins lui offrir le témoignage de mes constants efforts et de mon extrême reconnaissance pour les bienfaits sans nombre qu'il daigne répandre sur toute ma famille. — Si depuis soixante-dix ans qu'elle a le bonheur d'être dévouée à votre gouvernement, si depuis vingt-six ans que mon honoré père jouit de la faveur de consacrer ses services à Votre Majesté, tous se sont efforcés de prouver leur inviolable et respectueux attachement à leur auguste maître et à leur pays, je viens à mon tour, moi leur enfant, et, par votre grâce toute-puissante, élève de votre École Impériale de médecine, je viens mettre à vos pieds les prémices de mes travaux; trop heureux si, par le sacrifice d'une vie tout entière, je puis appeler un instant le regard bienveillant de Votre Majesté

Sur le plus humble, mais le plus dévoué de ses sujets,

GEORGES DELLA SUDDA (FILS).

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS.

UNIVERSITÉ DE FRANCE.

ACADÉMIE DE PARIS.

THÈSE

SUR

L'AMMONIUM

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE A L'ÉCOLE DE PHARMACIE DE PARIS

LE 30 AOUT 1855

PAR

Georges DELLA SUDDA

DE CONSTANTINOPLE

ÉLÈVE DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DE MÉDECINE DE CONSTANTINOPLE

PHARMACIEN DE PREMIÈRE CLASSE

bachelier ès lettres et ès sciences,

ex-pharmacien interne des hôpitaux et hospices civils de Paris,

élève de l'École pratique de pharmacie de Paris,

membre correspondant de la Société botanique de France.



PARIS

TYPOGRAPHIE DE HENRI PLON

IMPRIMEUR DE L'EMPEREUR

8, RUE GARANCIÈRE

1855

CHAPITRE PREMIER.

HISTOIRE DE L'AMMONIUM.





Historique.

De tous les composés que la chimie a offerts à l'étude et aux investigations des savants, il n'en est peut-être pas un qui ait excité un plus constant intérêt et une plus inquiète curiosité, soit dans sa constitution, soit dans celle des composés qu'il engendre, que celui qu'on connaît sous le nom d'*ammoniaque*. D'une production naturelle, facile et abondante, de propriétés spéciales et caractéristiques, cette substance a dû être remarquée dès les époques les plus reculées; — et, dans les anciens traités de chimie, on la voit naturellement marcher de pair avec la potasse et la soude pour former cette triade composée des trois alcalis *volatil, végétal* et *minéral*.

Non-seulement connue à l'état de liberté, l'ammoniaque l'était encore sous forme de nombreuses combinaisons salines : le *sel ammoniac*, le *sel volatil de corne de cerf*, la *liqueur fumante* de *Boyle*, le prouveraient suffisamment.

Mais si connus que fussent ces corps, soit dans leurs propriétés, soit dans leurs préparations, on n'eut aucune idée de leur composition jusqu'au jour où la chimie, secouant le joug d'un langage barbare et d'hypothèses rétrogrades, devint une véritable science sous l'impulsion du magnifique génie de Lavoisier. — Alors une appréciation claire, lucide, des phénomènes et des expériences se substitua à un fatras d'opinions contradictoires,

inconciliables; et, innovation sans égale pour la science chimique et dans laquelle était tout son avenir, la balance devint la pierre de touche de toute bonne expérimentation.

Une fois engagés dans cette route, les chimistes ne pouvaient négliger l'analyse de l'*alcali volatil;* il est même remarquable de voir que ce fut le premier des trois alcalis cités plus haut dont on connut la composition : Berthollet y reconnut de l'azote et de l'hydrogène [1].

Comment se fait-il que cette analyse, exacte quant à la nature des corps composants, mais fausse quant à leurs proportions, fut ensuite discutée, corrigée et augmentée (on peut le dire) par l'addition qu'on y fit de l'oxygène? C'est ce dont on peut se rendre compte par l'étude, sur cette matière, des opinions et des travaux de cette mémorable époque.

Doué de cette intuition qui caractérise le génie, Lavoisier, voyant les rapports intimes qui liaient les alcalis et les terres aux oxydes métalliques, devina qu'il devait y avoir similitude dans leur composition, et annonça qu'on parviendrait sans doute à extraire de ceux-là une substance métallique et de l'oxygène [2]. — Et, comme si la renommée eût voulu prouver qu'elle n'avait pas encore porté assez haut le piédestal de la gloire de ce noble martyr, elle chargea l'avenir de réaliser ses prévisions; seize ans après cette prophétie, à l'aide d'un instrument si puissant dans ses effets, si extraordinaire dans ses manifestations que son influence va le disputer à celle de la balance, Davy, à l'aide de la pile électrique, décompose successivement la potasse, la soude [3], la chaux, la baryte et la strontiane, déposant ainsi cinq nouveaux métaux dans l'arsenal des corps élémentaires.

En face de pareils faits et guidé par une analogie irrésistible, Davy, malgré l'analyse de Berthollet, cherche dans l'ammoniaque l'oxygène [4] qui doit la rendre en tout semblable aux autres alcalis. Il fait tant et si bien (un

[1] *Annales de chimie,* tome XXII, page 97.

[2] LAVOISIER, *Traité de chimie,* tome Ier, page 180.

[3] DAVY, *Annales de chimie,* tome LXVIII, page 203.

[4] *Idem, ibidem,* tome LXVIII, page 259.

reste d'habitude de la vieille chimie aidant) qu'il y trouve cet oxygène. Donc l'ammoniaque doit être un oxyde métallique.

Quoi de plus naturel après cela que de chercher à isoler le métal de l'alcali volatil, de cette ammoniaque si comparable à la potasse et à la soude par ses propriétés basiques? Trois essais tentés dans cette direction partent presque simultanément de Iéna, de Stockholm et de Londres; aussi Séébeck[1], puis Berzélius[2] et Davy lui-même, appliquant la pile aux sels ammoniacaux, obtiennent-ils un *amalgame métallique*, mais dont ils ne peuvent extraire l'*ammonium* dont Davy est le parrain[3]; car, même entre les mains de ces habiles expérimentateurs, ce Protée métallique reste insaisissable en se métamorphosant toujours en azote et en hydrogène.

Eh bien, malgré tout, l'analogie entre la potasse, la soude et l'ammoniaque est si juste, si forte, si entraînante que Davy aime mieux douter de l'unité de composition du potassium et du sodium que de la basicité de l'ammoniaque, et qu'il se demande si ces deux métaux ne contiendraient pas de l'azote et de l'hydrogène. Des expériences sont même entreprises à ce point de vue, et pendant un moment les métaux de la potasse et de la soude sont considérés comme des substances composées.

S'il était dans notre plan d'examiner de suite l'opinion des chimistes d'aujourd'hui à ce sujet, le fameux *quantum mutatus ab illo* trouverait ici sa place. Mais il est préférable de relater brièvement les expériences de Séébeck et de Davy sur la métallisation de l'ammoniaque.

Découverte et préparation de l'amalgame d'ammonium.

Après la décomposition des alcalis fixes entreprise par Davy au moyen de la pile, Séébeck exécute le même genre de recherches sur le carbonate d'ammoniaque. Suivant absolument la même marche que son illustre con-

[1] Séébeck, *Annales de chimie,* tome LXVI, page 191.
[2] *Bibliothèque Britannique,* juin 1809.
[3] Davy, *Annales de chimie,* tome LXX, page 229.

temporain, il se procure ainsi un amalgame singulièrement boursouflé, et qu'il voit se décomposer spontanément en se résolvant en ammoniaque et en hydrogène; mais qui a d'abord des apparences si manifestement métalliques qu'il annonce qu'*ainsi la combinaison totale de l'hydrogène et de l'azote de l'ammoniaque a été métallisée* (sic).

Au même moment Berzélius et Pontin réalisaient la même expérience, et se persuadaient que l'ammoniaque devait être un oxyde métallique et devait par conséquent renfermer un métal.

Davy (Humphry), sans peut-être connaître les expériences précédentes, les reproduisait aussi de son côté; et plaçant une coupelle de sel ammoniac sur une plaque en platine, puis mettant un peu de mercure dans cette coupelle humidifiée, il fait agir sur elle les pôles d'une pile des plus puissantes, dont le fil positif est en contact avec la plaque métallique, tandis que le fil négatif plonge dans le mercure. Aussitôt d'un côté (pôle +) il perçoit l'odeur pénétrante de l'acide muriatique oxygéné (chlore); tandis que de l'autre (pôle —) il voit le mercure se tuméfier considérablement et prendre l'aspect, les propriétés d'un amalgame métallique : produit si éphémère toutefois qu'il ne semble exister qu'en présence du courant électrique, et qui se désagrége, se dissout dès qu'il échappe à cette force pour ainsi dire *vivifiante*. — Ne pouvant l'étudier dans ces conditions, c'est alors qu'il cherche à reproduire cet amalgame étrange par d'autres moyens. — Mettant à profit l'action réductrice qu'il a déjà reconnue au potassium vis-à-vis des substances oxygénées, il amalgame ce métal, et, sous cette forme, le fait réagir sur une solution concentrée de sel ammoniac.

Là, la science avait encore été devinée : il obtint en effet, dans ces circonstances, un produit semblable à celui que lui avait fourni la pile, produit qui résiste mieux à une décomposition trop hâtive, et qu'il lui est ainsi permis d'étudier plus à loisir. Que voit-il?

Un corps mou, singulier d'aspect comme le serait un beurre métallique; un corps qui se pétrit, puis se fluidifie entre les doigts; un produit qui, fortement refroidi, prend de la consistance et se contracte en cubes d'un brillant métallique quelquefois aussi beaux que ceux du bismuth, et comme

sont aussi ceux de l'amalgame de potassium. — Bien plus volumineux que la petite masse de mercure qui a servi à sa production, cet amalgame est aussi beaucoup plus léger; sa densité se trouve être réduite à 3 environ. — L'amalgame de potassium se décompose au contact de l'eau, de l'acide chlorhydrique, etc., en donnant de la potasse ou du muriate de cette base, plus de l'hydrogène : le nouvel amalgame a toutes ces propriétés, seulement c'est de l'ammoniaque ou ses sels qu'il régénère, et non de la potasse.

Quoi de plus positif? quelles relations plus saisissantes? l'*ammoniaque est un oxyde métallique*, et elle peut donner un *amalgame d'ammonium*, ainsi que le nomme Davy, comme nous l'avons dit plus haut.

Composition de l'ammonium.

Mais d'où vient l'instabilité de cette substance? En quoi se résout-elle pendant son prompt affaissement? Il en fait l'analyse. Pour cela, s'adressant de préférence à l'amalgame d'ammonium préparé par celui de potassium, qui le donne plus riche et plus permanent, il lui voit reproduire de l'ammoniaque et de l'hydrogène dans le rapport de deux volumes du premier à un volume du second. — Un instant il entrevoit que la reproduction de cette ammoniaque est indépendante de la présence d'une substance capable de lui fournir de l'oxygène; mais invinciblement poussé par l'idée que l'ammoniaque est une base oxygénée, il calcule et trouve la quantité d'oxygène qu'il suppose nécessaire à la reconstitution de celle-ci; et, comme elle contient aussi de l'azote et de l'hydrogène, l'ammonium résulte donc de la combinaison de ces deux fluides élastiques. Alors, oubliant en partie ce qu'il a pensé un moment de la composition présumée du potassium et du sodium, et cherchant de quoi dépendent les propriétés de l'ammonium, Davy pose les trois questions suivantes :

1° « *L'hydrogène et l'azote sont-ils des métaux en état aériforme ou des corps du même caractère aux températures ordinaires de l'atmosphère qu'auraient le zinc et le mercure à la chaleur de l'ignition?* »

2° « *Ou bien ces gaz dans leur forme ordinaire sont-ils des oxydes qui deviennent métaux par désoxydation?* »

3° « *Ou encore, sont-ils de simples corps non métalliques dans leur propre nature, mais capables de former un métal dans leur état désoxygéné et un alcali dans leur état oxygéné?* »

(Ce dernier problème, dit Davy, est de Berzélius.)

Ainsi qu'on peut le remarquer, voici au début un corps si étrange, mais en même temps si bien caractérisé — l'*amalgame d'ammonium* — le voilà si bien frappé au coin de la métallisation, qu'il fait douter successivement de la composition élémentaire — et du potassium, et du sodium, puis de l'azote et de l'hydrogène. N'aurons-nous pas le droit d'être étonnés plus tard qu'après un si brillant passage dans le monde des métaux, l'*amalgame d'ammonium* vienne prendre une place obscure parmi des azotures... à titre d'*azoture ammoniacal de mercure?*

C'est cependant cette place et ce rôle dénué de tout intérêt que vont lui assigner de nouvelles recherches, celles de MM. Thénard et Gay-Lussac [1]. Ces grands chimistes répètent l'analyse de ce produit; et, démontrant avec justesse qu'il est absolument exempt d'oxygène, ils en retirent seulement du mercure, de l'ammoniaque et de l'hydrogène. Alors, se retranchant dans les limites réservées des faits et de l'expérience, ils l'envisagent tout simplement au point de vue de l'analyse comme un *azoture de mercure ammoniacal.*

Il s'ensuit alors une réponse de Davy à ce travail [2]; puis une nouvelle réfutation des travaux et idées de Davy par MM. Gay-Lussac et Thénard [3]. — Et la question restant ainsi en suspens, l'opinion se partage en deux camps que nous retrouverons plus tard encore.

[1] *Annales de chimie,* tome LXXIII, page 203.
[2] *Idem,* tome LXXV, page 256.
[3] *Idem,* tome LXXV, page 291.

Théorie de l'ammonium d'Ampère.

Ce n'est que huit années après cette époque, à la suite de travaux si nombreux et si brillants, que la chimie semble une seconde fois sortir de sa chrysalide et s'envoler vers une ère nouvelle, ce n'est qu'en 1816 que l'idée de l'ammonium se présente de nouveau à Ampère, qui lui donne un nouveau lustre et l'établit sur des bases inébranlables par les considérations suivantes [1] :

« *La combinaison de 1 volume d'azote et de 4 volumes d'hydrogène qui est unie au mercure dans l'amalgame et au chlore dans l'hydrochlorate d'ammoniaque, se comporterait comme les substances simples métalliques dans tous les composés qu'elle forme ; 1 volume de gaz ammoniac combiné avec 1 1/2 volume de vapeur d'eau serait considéré comme une sorte d'oxyde ; avec 1/2 volume de gaz hydrosulfurique, comme un sulfure susceptible de s'unir de même que le sulfure de potassium avec un autre 1/2 volume de gaz hydrosulfurique ; avec 1 volume de gaz hydrochlorique,* » etc.

A l'aide de ces considérations si ingénieuses et si hardies, Ampère ne laissait plus rien d'obscur dans le rôle que devait jouer l'hydrogène vis-à-vis de l'ammoniaque et fortifiait ainsi la théorie de l'ammonium de toute la puissance de son génie. Mais comment comprendre l'espèce de nécessité qui faisait à cette époque revenir au jour une théorie qui paraissait abandonnée, au moins en France ? — C'est que la science chimique et les livres qui la représentaient ne pouvaient éviter de reproduire et de retracer aux yeux l'extrême analogie constatée entre la potasse et l'ammoniaque, aussi bien qu'entre les sels de ces deux alcalis. En effet, en comparant leurs propriétés, en établissant un parallèle entre les réactions auxquelles ils donnent lieu, il devient évident qu'entre ces deux corps existe une similitude presque complète. Prouvons-le :

[1] *Annales de chimie et de physique,* année 1816, tome II, page 16.

Réactions comparées des sels ammoniacaux et potassiques.

La potasse est fortement alcaline et caustique;
L'ammoniaque l'est aussi.

La potasse agit sur quelques métalloïdes et dissout des oxydes métalliques;

L'ammoniaque reproduit fidèlement ces réactions.

La potasse en se combinant aux acides donne des sels presque tous solubles;

L'ammoniaque se comporte de la même manière vis-à-vis de ceux-ci.

Les sels potassiques ne précipitent ni par les carbonates, ni par les sulfures, ni par les cyanoferrures;

Les sels ammoniacaux ne précipitent pas davantage par ces réactifs.

L'acide tartrique, l'acide hydrofluosilicique, le sulfate d'alumine troublent les premiers;

Les mêmes réactifs font naître des précipités analogues dans les seconds.

Le bi-chlorure de platine donne dans les sels de potasse un précipité jaune de chlorure double de platine et de potassium;

La même chose a lieu avec ce réactif dans les sels ammoniacaux.

Enfin, et c'est ce que nous savons déjà, ces deux sortes de sels, soumis à l'influence de l'électricité dynamique, développent, en présence du mercure, deux amalgames qui se rapprochent singulièrement l'un de l'autre.

Certes, à la vue d'un parallélisme aussi constant, aussi soutenu, il faudrait inventer l'ammonium s'il n'existait pas. Aussi la nécessité d'une telle croyance est-elle irrésistible. Et, comme nous l'avons vu, on aime mieux douter de la composition élémentaire du potassium et du sodium plutôt que de ne pas admettre le métal de l'ammoniaque.

Isomorphisme des sels ammoniacaux et potassiques.

Mais est-ce là tout, et la théorie de l'ammonium se trouve-t-elle assez justifiée par une ressemblance si frappante? Non! l'analogie va plus loin

encore, elle semble ne plus avoir de limites : — il ne suffit pas que les propriétés des sels ammoniacaux et des sels potassiques se confondent par des mêmes réactions ; il faut de plus que l'architecture de ces corps soit la même ; il faut qu'ils se copient jusque dans leurs formes cristallines ! — Voilà le sulfate de potasse et celui d'ammoniaque qui cristallisent tous deux en prismes semblables, à sommets pyramidés semblables. Il en est de même pour les chlorures de ces métaux et pour leurs azotates ; à tel point que l'azotate de potasse groupant ses aiguilles en prismes *cannelés*, celui d'ammoniaque prendra absolument les mêmes apparences. Il en sera ainsi pour tous les sels ammoniacaux et potassiques à acide semblable. Bien plus, des cristaux d'alun de potasse pourront grossir et se développer dans une solution d'alun ammoniacal, comme celui-ci le ferait dans une solution du premier sel ; car Gay-Lussac, à qui on doit cette observation, fait concourir successivement ces deux sels à la formation d'un même cristal.

C'est en partant de ce premier fait, autour duquel viennent s'en grouper un grand nombre d'autres, que M. Mitscherlich arrive à poser la loi des *corps isomorphes*, en montrant que *le même nombre d'atomes, combinés de la même manière, produit la même forme cristalline ; et que la même forme cristalline est indépendante de la nature chimique des atomes et n'est déterminée que par leur nombre et leur position relative*. Eh bien, chose remarquable, les aluns potassique et ammonique, dont l'isomorphisme a été découvert le premier, échapperaient à la définition de M. Mitscherlich si la théorie de l'ammonium n'était pas vraie.

Jusqu'à présent cette théorie prend toute sa valeur de ce qui vient d'être dit au sujet des propriétés comparées des sels de potasse et d'ammoniaque, surtout par l'obtention si remarquable de l'amalgame d'ammonium. — Alors ne semble-t-il pas qu'on doive en avoir fini avec toutes ces preuves et qu'il n'est pas possible d'en trouver de plus convaincantes et d'aller plus loin ? — Cependant, il n'en est rien..... et ce qui nous reste à apporter de ces preuves ira bien au delà de ce que nous avons déjà fait valoir.

Présence d'un équivalent d'eau de constitution dans les sels ammoniacaux.

L'analyse chimique s'étant perfectionnée avec la science elle-même, voilà qu'on découvre que tous les sels ammoniacaux à oxacides entraînaient dans leur composition un équivalent d'eau indispensable à leur existence. En effet, la composition du sulfate d'ammoniaque n'est pas



$$SO^3, Az\,H^3,$$

mais bien



$$SO^3, Az\,H^4, HO.$$

Celle de l'azotate est



$$Az\,O^5, Az\,H^3, HO,$$

et ainsi des autres.

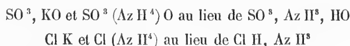
Alors, comme les mêmes sels de potasse sont anhydres, il n'y a plus ressemblance entre eux et les premiers; la théorie de l'ammonium n'est plus vraie. — Et de plus, comme l'acide chlorhydrique en se combinant à la potasse perd son hydrogène qui forme de l'eau avec l'oxygène de cette base, tandis qu'il reste du chlorure de potassium; — comme au contraire l'ammoniaque en se combinant avec l'acide chlorhydrique en garde entièrement le chlore et l'hydrogène, il n'y a plus vraiment lieu à comparer les sels ammoniques aux sels de potasse : les dissemblances deviennent d'une évidence trop marquée.

Qui croirait que c'est au contraire dans ces anomalies si surprenantes que la théorie de l'ammonium va aller puiser de nouvelles forces, qu'elle va se retremper, se régénérer et prendre un rang pour ainsi dire inexpugnable dans le groupe des faits acquis? Et cela, par une considération bien simple, par une conclusion bien légitime.

Il faut évidemment que cet équivalent d'eau des sels ammoniacaux à oxacides ait un rôle à jouer, puisque sa présence y est si nécessaire. — Il

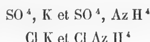
faut évidemment que l'hydrogène des hydracides serve aussi à quelque chose, puisqu'il reste là au lieu d'être éliminé. — Où donc est l'énigme de tout ceci?... D'énigmes, il n'y en a plus, il n'y en a pas!... Quand on soumet le sel ammoniac à l'action de la pile, puisque le chlore va au pôle positif et que l'ammoniaque et l'hydrogène de l'acide chlorhydrique s'associent pour s'allier au mercure, c'est que l'*ammonium* doit être $Az\,H^4$. — Alors tout devient clair et d'une évidence forcée, tout s'explique.

L'équivalent d'eau HO est là pour transformer l'ammoniaque $Az\,H^3$ en oxyde d'ammonium $Az\,H^4\,O$. — L'hydrogène H des hydracides est là aussi pour engendrer l'ammonium $Az\,H^4$ avec l'ammoniaque $Az\,H^3$. — Dès lors, si nous comparons les formules du sulfate de potasse à celui d'ammoniaque, du chlorure de potassium à son sel correspondant, nous allons les trouver semblables en les écrivant ainsi :



$$SO^3,\ KO \text{ et } SO^3\,(Az\,H^4)\,O \text{ au lieu de } SO^3,\ Az\,H^3,\ HO$$
$$Cl\,K \text{ et } Cl\,(Az\,H^4) \text{ au lieu de } Cl\,H,\ Az\,H^3$$

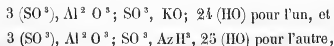
d'après la théorie dualistique, ou encore :



$$SO^4,\ K \text{ et } SO^4,\ Az\,H^4$$
$$Cl\,K \text{ et } Cl\,Az\,H^4$$

d'après la théorie des hydracides.

Or, si ce que nous disons là est vrai, si c'est bien là le rôle de cette molécule d'eau, ne devra-t-il pas y avoir 25 équivalents de ce corps dans l'alun ammoniacal, tandis qu'il n'y en a que 24 dans celui de potasse? Cette prévision n'avait pour ainsi dire pas besoin d'être appuyée par une analyse pour devenir une certitude. Cependant l'analyse comparée des deux aluns est faite, et il est ainsi prouvé que celui d'ammoniaque renferme 25 équivalents d'eau; donc nous aurons



$$3\,(SO^3),\ Al^2\,O^3;\ SO^3,\ KO;\ 24\,(HO) \text{ pour l'un, et}$$
$$3\,(SO^3),\ Al^2\,O^3;\ SO^3,\ Az\,H^3,\ 25\,(HO) \text{ pour l'autre,}$$

lequel doit s'écrire :



$$3\,(SO^3),\ Al^2\,O^3;\ SO^3\,(Az\,H^4)\,O;\ 24\,(HO),$$

pour rendre la formule comparable et intelligible.

Nous le demandons ici, quelle preuve plus frappante pouvait-on exiger pour faire admettre l'ammonium? quelle preuve plus accablante pour ses adversaires?

Allons, pour se soutenir, cette théorie n'a plus besoin de tuteurs : elle est grande, elle est forte, elle est belle!...

Le gaz ammoniac ne forme pas de sels ammoniacaux avec les acides anhydres.

Mais non, il faut forcer l'incrédulité jusque dans ses derniers retranchements; il faut faire briller l'évidence; il faut entraîner la conviction! — Il faut montrer que sans cette eau il n'y a pas de sel ammoniacal possible entre le gaz ammoniac et un acide oxygéné anhydre; que SO^3, par exemple, ne donnera pas de sulfate d'ammoniaque avec $Az\,H^3$, et ainsi du reste. — Pour cela, le moyen est bien simple : mettons en présence du gaz ammoniac bien sec et de l'acide sulfurique anhydre; puis comparons le produit de leur combinaison au sulfate d'ammoniaque ordinaire :

Celui-ci précipite les sels de baryte comme tous les sulfates; SO^3, AzH^3 ne les précipite pas. Le sulfate ordinaire dégage de l'ammoniaque par les alcalis fixes avec une extrême facilité; SO^3, AzH^3 traité de la même manière n'en saurait donner. Ce n'est qu'à grand renfort d'eau et de chaleur qu'il pourra présenter enfin les réactions du sulfate d'ammoniaque, parce que alors il aura pu s'associer un équivalent d'eau, ce qu'il ne fait qu'après une extrême résistance. Et comme des réactions analogues ont lieu avec le gaz ammoniac et les autres oxacides anhydres, nous pouvons dire qu'en vérité ces combinaisons ne sont pas des sels ammoniacaux, qu'elles n'ont rien d'analogue avec ces derniers, qui seuls peuvent être comparés aux sels potassiques, à la condition de les considérer au point de vue de l'ammonium.

Il n'est donc pas permis de confondre les sels anhydres d'ammoniaque avec les sels ammoniacaux ordinaires. Il n'y a entre eux aucun rapport, aucune analogie de constitution.

On doit admettre l'ammonium, métal composé.

En résumé, et quoique cela puisse surprendre extrêmement, nous devons admettre l'existence d'un corps composé AzH^4, jouant le rôle d'un métal, en tenant la place, que nous connaissons déjà à l'état d'amalgame et qui un jour, sans doute, sera isolé. C'est l'*ammonium* qu'on devra représenter par Am, comme le cyanogène par Cy.

D'après cela, nous ne devons plus craindre de dire *chlorure d'ammonium, sulfate d'oxyde d'ammonium*, etc.; et ainsi posée et admise, la théorie de l'ammonium concilie des faits qui sans elle n'auraient aucune liaison, aucun sens. Elle prépare de nouvelles expériences. Enfin, elle ouvre une voie nouvelle aux chimistes en leur promettant un métal composé qui, plus tard peut-être, ne manquera pas d'analogues.

Quoi de plus beau? quoi de plus attrayant? En même temps, quoi de plus instructif, de plus éminemment philosophique?..... Dans ce petit coin de la science, que de promesses sur la chose la plus difficile à sonder, à pénétrer : la *constitution des corps!*....

CHAPITRE DEUXIÈME.

L'AMMONIUM EST-IL ADMIS PAR TOUS LES CHIMISTES?

D'après tout ce que nous venons de dire sur l'ammonium, il est bien permis de croire que ce ne sera plus pour les savants une simple théorie, c'est-à-dire un jeu plus ou moins brillant de l'imagination. Non, ce sera un fait acquis, ce sera une vérité qui n'aura plus de détracteurs, mais seulement des partisans! Tous les traités de chimie vont donner place à ce nouveau métal : il prendra rang entre le potassium et le sodium, formant un chaînon de plus dans la série des corps réputés élémentaires, au même titre que le *cyanogène* qu'on groupe avec les chloroïdes.

Eh bien, cela va paraître inexplicable, impossible! mais plus de la moitié des traités de chimie n'admettent pas l'ammonium, quelques-uns même le passent pour ainsi dire sous silence!....

Quoi! malgré l'analogie saisissante des sels ammoniacaux avec ceux de potasse; malgré la présence de cet équivalent d'eau qu'on ne saurait comprendre sans l'ammonium; malgré l'amalgame de celui-ci; malgré la certitude que l'ammoniaque AzH^3 ne peut donner les mêmes produits; malgré toutes les preuves qui ont été accumulées; malgré cette satisfaction si vive pour l'esprit philosophique d'apprécier aussi heureusement tout un même genre de faits et d'expériences; malgré tout cela, on n'admettra pas l'ammonium! On le discutera, on le niera! A la place d'une conviction qui

nous paraissait forcée, nous trouverons chez les chimistes une incrédulité absolue!....

En vérité, c'est impossible!.... il y a méprise..... il y a erreur..... ou, si cela est vrai, car il faut toujours se rendre à l'évidence, c'est que la raison qu'on nous donnera de cette négation, de cette excommunication scientifique sera écrasante, irréfutable!

Est-ce là ce que nous allons trouver en parcourant les divers traités de chimie et en rendant compte de l'opinion de leurs auteurs sur l'ammonium? Pour le savoir, classons le pour et le contre, et terminons par ceux qui au moins veulent bien discuter la théorie de l'ammonium, ou qui expliquent la constitution des sels ammoniacaux dans d'autres sens.

Opinions des chimistes sur l'ammonium.

Berzélius (*Traité de chimie*, 1830, tome II, page 320).

On lit : « *De l'ammonium*.

» Le métal qui va être décrit n'est point un corps simple. C'est au con-
» traire un corps composé; mais il possède à un haut degré les propriétés
» des métaux alcalins, dont il se rapproche sous tous les rapports jusqu'aux
» sels qu'il produit et qui prennent la même forme que ceux de potassium,
» ou sont, comme on dit, isomorphes avec ces derniers. Ainsi donc, quand
» on s'occupe principalement des propriétés des corps, on ne peut mieux
» placer l'ammonium qu'auprès des métaux alcaligènes, à la série desquels,
» comme j'en ai déjà fait la remarque, il n'appartient pas moins que le cya-
» nogène à celle des corps halogènes, quoiqu'il soit composé et que tous ses
» congénères soient simples. »

Puis, page 339, Berzélius discute si l'ammonium est un métal composé d'hydrogène et de *nitricum* (radical présumé de nitrogène ou azote), ou si l'ammoniaque peut devenir un métal en se combinant à l'hydrogène.

Il était impossible que Berzélius n'admît pas la théorie de l'ammonium qu'il a soutenue de tout temps. Les chimistes de l'école allemande partageront presque tous cette opinion.

Liébig (*Traité de chimie organique*, tome Ier, page 13).

Après avoir admis le radical *amide* [1] AzH^2 et considéré l'ammoniaque AzH^3 comme un amidide d'hydrogène, cet éminent savant ajoute :

« L'amide en se combinant avec deux équivalents d'hydrogène donne » naissance à un corps que l'on appelle *ammonium*, et auquel on attribue » toutes les propriétés d'un métal. L'existence de ce corps semble prouver » que la formation des sels d'hydramide (*ammoniaque*) dépend de la pré- » sence d'une combinaison plus hydrogénée; de sorte que si l'on considère » les sels en général comme des combinaisons de métaux avec d'autres » corps simples ou composés, on devra représenter les sels d'hydramide » par la formule

$$X, AdH^2 \text{ (Ad représentant l'amide)},$$

» par conséquent, comme des combinaisons d'ammonium avec un autre » corps simple ou avec un corps composé qui joue le rôle d'un corps simple. » Sous cette forme, les combinaisons d'hydramides sont parfaitement sem- » blables aux sels que forment les oxydes métalliques. » (Suit la comparaison avec les sels de potasse, qu'il est inutile de rapporter ici.)

[1] En 1830, M. Dumas fit une mémorable découverte. Par la distillation de l'oxalate d'ammoniaque (C^2O^3, AzH^3, HO d'après l'ancienne notation), il obtint un corps C^2O^2, AzH^2 qui contenait encore les éléments de l'acide et de la base, moins 2 équivalents d'eau, dont l'un avait été formé à leurs dépens. M. Dumas, ayant nommé ce produit *oxamide*, imagina alors la théorie des *amides*, dans laquelle on admet l'existence d'une substance non encore isolée, qu'on nommerait *amidogène*, et qui dériverait de l'ammoniaque par la perte d'un équivalent d'hydrogène, c'est-à-dire AzH^2. La supposition de l'existence de ce radical s'étant fortifiée d'un nombre considérable de belles expériences, tout le monde admet aujourd'hui l'*amidogène* sans difficulté (quoiqu'on ne l'ait pas isolé plus que l'ammonium) comme un radical faisant fonction de métalloïde. Son existence nous paraissant aussi certaine que celle de l'ammonium, et comme elle en est tout à fait indépendante, au moins à notre point de vue, nous avons dû négliger l'exposé de sa théorie. Nous aurons cependant l'occasion d'y revenir dans la suite de ce travail.

M. Liébig ajoute :

« Il est facile de voir d'après tout cela que les hydracides seuls peuvent » se combiner directement avec l'ammoniaque pour former des combinai- » sons salines, tandis que les oxacides exigent toujours le concours d'un » équivalent d'eau.

» Pour le moment, il est impossible de prouver sous quelle forme cette » eau est contenue dans la combinaison; si, par exemple, la composition » de sulfate d'ammoniaque doit être exprimée par



$$SO^4, AdH^3 \text{ ou bien par } SO^4, AdH^2O.$$

» Au fond, il est indifférent de choisir l'une ou l'autre de ces formules. » Cependant nous adopterons dans la suite celle d'Ampère et de Berzélius, » non parce qu'elle s'approche de la vérité, mais parce qu'elle est la plus » connue et la plus répandue. »

Et plus loin :

« Ainsi, l'oxyde d'ammonium sera envisagé dans la suite comme une » combinaison hypothétique d'un équivalent d'ammonique avec un équiva- » lent d'eau. »

Puis, page 39, après avoir décrit les propriétés, la composition et la préparation de l'amalgame du *bihydrure d'amide* ou ammonium, ce chimiste ajoute :

« Ce qui précède montre donc d'une manière évidente que l'azote pos- » sède la propriété de former avec l'hydrogène une combinaison plus riche » en hydrogène que l'ammoniaque. Cette combinaison est-elle de nature » métallique? C'est là une question qu'il est impossible de résoudre avec » certitude, car on n'a pas réussi à isoler l'ammonium en le séparant du » mercure.

» Voici néanmoins quelques arguments que l'on peut invoquer en faveur » de l'affirmative :

» 1° Les métaux seuls possèdent la propriété de former avec le mercure

» des combinaisons douées de l'éclat métallique; toutes les combinaisons
» de mercure avec les corps non métalliques sont incolores ou colorées,
» mais aucune ne jouit de l'éclat métallique.

» 2° De très-petites quantités de potassium ou de sodium alliées au mer-
» cure en détruisent la fluidité; aucun corps non métallique n'est soluble
» dans le mercure, ni ne peut cristalliser avec lui.

» 3° L'amalgame d'ammonium se comporte avec l'acide sulfurique exac-
» tement comme ceux de potassium et de sodium qui se décomposent en
» mercure, sulfate et soufre. Il y a donc beaucoup de probabilité, pour ne
» pas dire de certitude, en faveur de l'existence de l'ammonium, comme
» corps jouant le rôle d'un métal. Si on l'admet dans les sels ammoniacaux,
» la constitution de ceux-ci devient parfaitement analogue à celle des sels
» contenant une base métallique proprement dite. »

Après avoir rapporté tout au long l'opinion de M. Liébig favorable à l'ammonium, nous permettra-t-on de dire, sans pousser plus loin la remarque, qu'il semblerait cependant que ce savant chimiste a trois opinions différentes sur l'ammonium : 1° ce serait un bi-hydrure d'amide; 2° l'oxyde d'ammonium serait une combinaison hypothétique d'ammoniaque et d'eau; 3° l'ammonium serait un corps particulier jouant le rôle d'un métal.

THÉNARD (*Traité de chimie*, 1834, tome Ier, page 421).

Article *Ammoniaque*. — « Il était naturel de croire d'abord que, puisque
» les alcalis fixes contenaient de l'oxygène, l'alcali volatil pouvait en con-
» tenir aussi. Des expériences nombreuses furent faites dans l'espérance
» de le prouver. Mais toutes furent infructueuses; on ne put trouver dans
» cet alcali que de l'hydrogène et de l'azote. Cependant Davy, persuadé
» que l'oxygène devait être un de ses principes constituants, pensa que
» l'hydrogène et l'azote pourraient bien n'être que des oxydes d'un même
» métal, auquel il proposa de donner le nom d'*ammonium*, et qu'en con-
» séquence l'ammoniaque ne serait que de l'oxyde d'ammonium. Quelques
» chimistes adoptèrent cette hypothèse. M. Berzélius est celui qui la reçut
» avec le plus de confiance. Il essaya de la fortifier de toutes les raisons

» que lui fournissait l'analogie, et alla jusqu'à calculer, d'après la composition des sels ammoniacaux, les proportions d'ammonium et d'oxygène » qui devaient constituer l'ammoniaque. Il semble qu'aujourd'hui même » encore il admet l'existence de l'ammonium. Pour nous, tout en avouant » que l'ammoniaque joue, dans le plus grand nombre des cas, le rôle d'un » oxyde, nous pensons qu'il n'y a point de raisons assez puissantes pour » admettre l'oxygène au rang de ses principes constituants, et que, puisqu'il existe des acides formés seulement de corps combustibles, il est tout » simple qu'il y ait des bases salifiables de même nature. »

Comme on le voit par cette citation, M. le baron Thénard ne discute en réalité que la présence de l'oxygène dans l'ammoniaque, et non pas la belle théorie de l'ammonium d'Ampère.

Dumas (*Traité de chimie*, 1835, tome V, page 690).

Après avoir rapproché la constitution des sels ammoniacaux de celle des éthers, cet illustre chimiste ajoute :

« C'est néanmoins ici le cas de faire ressortir une théorie proposée déjà » par M. Ampère, à l'occasion des combinaisons singulières qu'on a décrites » sous le nom d'hydrures ammoniacaux de mercure, ou de potassium et » de mercure. Ces composés, qu'on a, avec tant de motifs, comparés aux » alliages, renfermeraient, selon M. Ampère, une espèce de métal formé » de 2 volumes d'azote pour 8 volumes d'hydrogène. Rien n'empêche de » classer un tel composé à côté des métaux, quand on range déjà le cyanogène à côté du chlore et des autres corps non métalliques analogues. » On aurait, cette base admise, la série suivante :

Az^2H^4, corps analogue au chlore existant dans les acides,

Az^2H^6, ammoniaque,

Az^2H^8, corps analogue aux métaux. Ammonium,

Az^2H^8O, protoxyde d'ammonium,

$Az^2H^8Cl^2$, chlorure d'ammonium,

Az^2H^8O, SO^3, sulfate de protoxyde d'ammonium,

» et ainsi de suite pour les divers sels d'ammoniaque connus. Relativement » à la combinaison qui se forme entre l'acide sulfurique anhydre, par » exemple, et l'ammoniaque, elle serait nécessairement considérée comme » un amide.

» Voici les principaux avantages de cette théorie, autant que je puis les » apprécier.

» Elle explique la formation des amalgames si remarquables qui en a » donné la première idée.

» Elle fait disparaître les hydrochlorates, hydriodates et autres sels d'am- » moniaque analogues, dont l'existence embarrasse la théorie des chlorures, » iodures, etc.

» Elle donne une simplicité parfaite aux formules des chlorures doubles, » iodures doubles et autres composés analogues qui renferment des combi- » naisons ammoniacales; tandis que dans l'autre théorie ces formules sont » compliquées et d'une forme inusitée.

» Elle rend bien compte du rôle basique de l'ammoniaque, puisque ce » n'est plus elle qui joue le rôle de base, mais un oxyde qui se produit par » l'union de l'ammoniaque et de l'eau. Cet oxyde devient donc tout à fait » comparable à la potasse ou à la soude.

» Elle explique mieux l'isomorphisme des sels ammoniacaux avec les » combinaisons analogues du potassium ou du sodium; car l'ammonium » remplace partout le potassium, par exemple, et l'oxyde d'ammonium la » potasse.

» Voici maintenant ses inconvénients :

» Elle repose sur l'existence d'une combinaison, $Az^2 H^8$, qui n'a pas été » isolée,

» Et sur l'existence d'un oxyde d'ammonium, $Az^2 H^8 O$, qui nous est » parfaitement inconnu, bien que l'ammoniaque et l'eau puissent le produire » en se combinant et que l'on ait mis ces deux corps en présence dans les » circonstances les plus favorables à la combinaison.

» Elle conduit à supposer l'existence d'un grand nombre de combinaisons

» inconnues, qui remplaceraient tous les composés hydrogénés connus dans » les produits que ceux-ci forment en s'unissant aux acides.

» Elle oblige donc à admettre un grand nombre de carbures d'hydrogène » hypothétiques, jouant le rôle de métaux, chose possible, mais difficile à » admettre sans preuve.

» Ainsi, comme on l'a déjà signalé, la théorie des éthers et celle des » combinaisons ammoniacales se trouvent liées si étroitement, qu'elles se » décideront probablement l'une par l'autre, etc... »

Puis, plus loin :

« Laissant de côté ces hypothèses, nous nous en tiendrons ici à l'expres- » sion pure et simple des faits, jusqu'à ce que l'expérience ait prononcé. » Nous regarderons donc l'ammoniaque comme base par elle-même. »

Malgré cet aveu, on peut voir que M. Dumas attend de l'avenir la sanction de l'une ou l'autre théorie. Cachant sa pensée dans un demi-jour, il ne cède qu'à l'habitude et aux exigences du temps. Mais nous pouvons certifier que, dans ses cours de chimie, ce savant illustre savait prêter à la théorie de l'ammonium l'appui de sa parole élégante et persuasive, ainsi que le tableau des expériences les plus saisissantes.

Regnault (*Traité de chimie*, 1851, tome II, page 204).

Ayant fait remarquer que les sels ammoniacaux ne sauraient exister sans la présence d'un équivalent d'eau dans leur composition, il dit encore :

« En comparant le sulfate d'ammoniaque au sulfate de potasse qui lui est » isomorphe, on voit que c'est l'ammoniaque hydratée AzH^3, HO qui joue le » même rôle que la potasse KO. Par suite de cette correspondance, quelques » chimistes écrivent la formule de l'ammoniaque hydratée AzH^4O, c'est-à- » dire qu'ils regardent cette substance comme l'oxyde d'un radical particu- » lier AzH^4, auquel ils donnent le nom d'*ammonium* et qu'ils assimilent à » un métal, au potassium, par exemple. Le chlorhydrate d'ammoniaque » AzH^3HCl peut alors être considéré comme un chlorure d'ammonium » AzH^4Cl, correspondant exactement au chlorure de potassium KCl. »

M. Regnault ne discute donc pas l'ammonium; il ne l'admet ni ne le combat. Cependant, cédant encore à l'habitude, tous les composés ammoniacaux qu'il décrira ne porteront pas le nom de sels d'ammonium et seront représentés par un acide, de l'ammoniaque et de l'eau.

Pelouze et Frémy (*Cours de chimie générale*, 1849, tome II, page 125).

Après avoir développé l'idée d'Ampère sur l'ammonium, ces savants continuent ainsi :

« Nous allons exposer maintenant les différentes considérations que les » partisans de la théorie de l'ammonium font valoir en faveur de leur » hypothèse.

» Il ne doit pas paraître extraordinaire que le composé binaire AzH^4 » remplisse les fonctions d'un métal. On sait en effet que le cyanogène C^2Az » se comporte comme un véritable métalloïde dans toutes les réactions » chimiques.

» Dans la théorie qui consiste à admettre que l'ammoniaque est un com- » posé binaire jouant le rôle d'un oxyde métallique basique, on ne comprend » pas pourquoi cette base a besoin de la présence de l'eau pour former des » sels avec les oxacides; pourquoi cette eau devient inutile dans les sels » formés par les hydracides, et pourquoi enfin les acides anhydres ne for- » ment pas de sels ammoniacaux avec l'ammoniaque.

» Dans l'hypothèse de l'ammonium, ces trois faits s'expliquent facile- » ment. » (Suivent les preuves que nous avons rapportées déjà si souvent.)

Et plus loin :

« La composition d'un corps particulier que nous examinerons plus loin » sous le nom d'hydrure ammoniacal de mercure semble aussi appuyer la » théorie de l'ammonium. En effet... » etc.

Puis : « La constitution des sulfhydrates sulfurés d'ammoniaque s'inter- » prète aussi très-simplement dans la théorie de l'ammonium.....

» .... Dans la théorie de l'ammoniaque, ces formules sont compliquées; » elles sont beaucoup plus simples dans la théorie de l'ammonium.... etc.

» L'ammonium n'a pas été isolé ; mais cette objection n'est pas suffisante » pour qu'on doive rejeter la théorie de l'ammonium : en effet, le cacodyle, » radical composé, n'a été isolé que longtemps après que M. Bunsen eut dé- » montré son existence dans les combinaisons cacodyliques, et les chimistes » admettent l'existence de AzO^5, qui cependant n'est pas connu à l'état de » liberté. »

Après avoir si bien fait briller la théorie de l'ammonium, MM. Pelouze et Frémy lui posent les objections suivantes :

« Nous avons cru devoir exposer avec quelque détail la théorie de l'ammo- » nium, parce qu'elle est admise par un grand nombre de chimistes et qu'elle » explique d'ailleurs d'une manière heureuse un certain nombre de faits ; il » nous reste maintenant à présenter les objections, selon nous très-sérieuses, » que l'on peut adresser à cette théorie :

» 1° L'ammonium AzH^4 n'est pas connu à l'état de liberté ;

» 2° En admettant l'existence de l'ammonium pour expliquer la compo- » sition des sels ammoniacaux, on est obligé d'admettre aussi un très-grand » nombre de radicaux hypothétiques pour interpréter la constitution des sels » qui contiennent des alcalis organiques. Ces sels, en effet, d'après les re- » cherches de M. Regnault, ont une composition entièrement comparable à » celle des composés ammoniacaux, car les bases organiques semblables à » l'ammoniaque ne peuvent s'unir aux oxacides anhydres qu'en présence » de l'eau, et forment des sels dans lesquels un équivalent d'eau est néces- » saire ; il faudrait donc admettre dans ces sels l'existence d'autant de radi- » caux hypothétiques qu'il existe d'alcalis organiques ; on aurait ainsi le » *morphinium* pour les sels de morphine ; le *quinium* pour les sels de qui- » nine, etc.

» 3° Pour expliquer dans la théorie de l'ammonium la production du chlo- » rure d'ammonium AzH^4Cl, qui prend naissance lorsqu'on combine l'acide » chlorhydrique à l'ammoniaque, on est obligé d'admettre que le chlore, » qui, dans l'acide chlorhydrique, est combiné avec l'hydrogène, et dont » l'affinité pour ce corps est énorme, abandonne cependant l'hydrogène pour

» se combiner à l'ammoniaque AzH^3 et former AzH^4 lorsque l'affinité de » AzH^3 pour l'hydrogène est assez faible pour qu'on n'ait pu jusqu'ici par » aucun moyen unir directement AzH^3 avec l'hydrogène.

» Cette objection, que nous empruntons à M. Chevreul, nous paraît d'une » grande force. »

Puis enfin :

« Tout en reconnaissant ce que la théorie de l'ammonium présente d'in- » génieux, nous ne l'admettons pas dans cet ouvrage, parce qu'elle tend à » faire sortir la chimie de la voie purement expérimentale et à faire admettre » l'existence d'un grand nombre de corps hypothétiques. »

Donc, MM. Pelouze et Frémy sont franchement les antagonistes de la théorie de l'ammonium. Aussi est-ce particulièrement à toutes leurs objections que nous répondrons bientôt.

MALAGUTI (*Leçons élémentaires de chimie*, tome Ier, pages 370 et suivantes).

M. Malaguti résumant la théorie de l'ammonium avec les mêmes preuves et les mêmes objections que MM. Pelouze et Frémy nous ont présentées, nous lui ferons prendre ici sa place sans faire d'inutiles citations.

Ayant relaté la manière dont les traités de chimie les plus répandus envisagent la question de l'ammonium, qu'elle soit favorable ou non à son existence, il nous reste à rapporter les idées qui ont été émises sur le même sujet par différents chimistes. Nous commencerons par celles de M. Robert Kane, à cause de son remarquable mémoire sur la constitution des composés ammoniacaux.

R. KANE (*Annales de chimie et de physique*, tome LXXII, page 225).

Donnant d'abord les résultats des expériences qu'il a entreprises sur certains composés ammoniacaux, il continue en disant :

« Avant d'exposer les vues qui me sont propres, je rappellerai d'une ma- » nière succincte les principes des théories actuelles sur les sels ammoniacaux.

» I. *Théorie ancienne.* L'ammoniaque NH^3 est une base indépendante, » saturant les acides et formant des sels.

» II. *Théorie de Berzélius.* 1° L'amalgame ammoniacal renferme un corps » métallique NH^4, lequel se combine avec l'oxygène et peut alors remplacer » la potasse ;

» 2° Lorsque NH^3 s'unit à HCl, le corps NH^3 s'empare de H pour former » NH^4, qui se combine avec le chlore ;

» 3° L'eau contenue dans les sels oxygénés à base d'ammoniaque con- » vertit NH^3 en $NH^4 + O$.

» III. *Théorie des amides de Dumas et Berzélius.* 1° Le corps hypothétique » NH^2 peut remplacer le chlore et l'oxygène dans certaines combinaisons » organiques ;

» 2° Le potassium et le sodium chauffés dans l'ammoniaque mettent en » liberté autant d'hydrogène que lorsqu'ils se trouvent au contact de l'eau, » en formant alors un amidide de K et de Na. »

Essayant ensuite de démontrer l'insuffisance de ces théories, M. Robert Kane établit les propositions suivantes :

« I. Les corps qui portent le nom d'hydracides ne sont pas des acides » réels. L'hydrogène, dans toutes les combinaisons qu'il forme, joue le même » rôle que certains métaux de la série électro-positive, et, dans des circon- » stances semblables, ses composés réagissent comme ceux de ces métaux.

» II. L'ammoniaque NH^3 est un amidide d'hydrogène $NH^2 + H$ et res- » semble sous certains rapports à l'oxyde ou au chlorure d'hydrogène.

» III. L'amidogène NH^2 peut se combiner avec les métaux, etc.

» IV. L'ammoniaque ou amidide d'hydrogène $NH^2 + H$ peut remplir les » mêmes fonctions que l'eau, etc.

» V. L'oxyde d'ammonium est un oxamidide d'hydrogène $NH^2H + HO$, » et le sel ammoniac un chloramidide d'hydrogène $NH^2H + HCl$.

» VI. Les sels ammoniacaux ordinaires s'unissent aux sels de la série du » cuivre et du zinc, qui contiennent deux équivalents d'oxyde.

» VII. Si l'on pouvait enlever le chlore au sel ammoniac, il faudrait con- » sidérer le corps résultant NH^4 comme un sous-amidide d'hydrogène » $NH^2 + H^2$, de même que si on enlevait le chlore au *précipité* blanc, il res- » terait du sous-amidide de mercure $NH^2 + Hg^2$. »

Nous reviendrons plus loin sur cette théorie. Voyons maintenant celle que M. Gerhardt a fait valoir dans son mémoire sur la *Constitution des sels organiques à acides complexes et leurs rapports avec les sels ammoniacaux.*

Gerhardt (*Annales de chimie et de physique*, tome LXXII, page 184).

Dans ce mémoire, M. Gerhardt, avec un immense talent, développe la théorie des *combinaisons par accouplement*. Il y regarde l'ammoniaque comme une *copule* et dit dans une de ses conclusions :

« Les corps hypothétiques, tels que l'ammonium, l'amide, l'éthyle, le » méthyle, etc., doivent être exclus de la science; les réactions chimiques » s'expliquent alors (*par la théorie des copules*) d'une manière bien plus » simple et plus en harmonie avec les principes de la chimie minérale. »

Nous aurons aussi à examiner cette opinion.

Occupons-nous maintenant d'un ouvrage éminemment curieux, mais dont il est extrêmement difficile d'extraire tout ce qui concerne l'ammonium. Nous voulons parler de l'œuvre posthume d'Auguste Laurent.

Auguste Laurent (*Méthode de chimie*. 1854).

Dans ce livre si remarquable, si extraordinaire, tout ce qui se rattache aux composés chimiques est présenté dans des conditions si générales et à un point de vue si nouveau, qu'il est à peine possible de rassembler les différentes idées qui se rattachent à notre sujet et qui sont éparses sur chaque feuillet de ce précieux livre. C'est ainsi qu'à la page 268 nous lisons :

« *Sels d'ammonium et dérivés.*

» L'ammoniaque mise en présence des acides s'y unit en formant des com-

» binaisons que l'on désigne ordinairement sous le nom de *sels d'ammonium,* » afin de les distinguer de celles qu'on obtient avec les anhydrides, et que » l'on nomme *sels d'ammoniaque*. Puisque les acides ne sont que des sels » d'hydrogène, on peut en conclure que d'autres sels métalliques doivent » aussi s'unir directement à l'ammoniaque en donnant des combinaisons » que l'on peut considérer comme des sels d'ammonium dont un atome d'hy- » drogène serait remplacé par un atome de cuivre, de mercurosum, de » mercuricum, de platinosum, de platinicum, de palladium, etc., et, » puisque suivant moi les ammoniaques une, deux, trois fois mercuridées » ou platinidées sont encore des alcaloïdes, elles doivent aussi pouvoir s'unir » non-seulement aux sels d'hydrogène, mais encore aux sels de cuivre, de » mercure, de platine, etc., pour former des sels d'ammonium une, deux, » trois et quatre fois mercurés et platinés. »

On voit que Laurent admettait la possibilité de l'ammonium, et, bien plus, celle même d'un nombre presque illimité de ces métaux composés dans lesquels l'hydrogène de l'ammonium serait remplacé par un, deux, trois et jusqu'à quatre équivalents d'autres métaux.

Ceci est bien autrement large, bien autrement puissant que tout ce que nous avons vu précédemment. Citons encore quelques fragments qui feront mieux comprendre la pensée d'un savant que la mort doit regretter d'avoir arraché à la science :

Page 334. « Il est impossible, disent quelques chimistes, d'adopter la » théorie de l'ammonium ; ce serait admettre que l'ammoniaque, ce corps » qui cède si facilement son hydrogène au chlore, à l'oxygène et même au » soufre, est cependant capable d'enlever l'hydrogène à l'acide chlorhydrique » pour former de l'ammonium ; et, de plus, il faudrait encore admettre que » tous les alcaloïdes, comme la quinine, la morphine, etc., peuvent égale- » ment enlever cet hydrogène en donnant du quinum, du morphum, etc.

» L'argument, présenté de la sorte, a une certaine apparence de solidité, » et je ne sache pas qu'on y ait jamais répondu. J'ai proposé, il y a quel- » ques années, une nouvelle manière d'envisager la constitution des sels

» d'ammoniaque, de cacodyle, de quinine, etc., qui est pour ainsi dire un » juste milieu entre la théorie de l'ammonium et celle de l'ammoniaque. Le » chlorure d'hydrogène, disais-je, est analogue et même isomorphe avec » le chlorure de potassium. Si l'on met de l'ammoniaque en présence de » ce chlorure d'hydrogène, elle s'approchera de l'hydrogène, se combinera » avec lui, mais sans le déranger de place, sans l'enlever au chlore. On » aura donc un chlorure d'*hydrogène ammoniacal* qui conservera l'arrange- » ment du chlorure d'hydrogène, sera isomorphe avec lui, et par consé- » quent avec le chlorure de potassium, et qui devra se noter ainsi :

» Chlorure de potassium. . . . . $Cl + K$.

» Chlorure d'hydrogène. . . . . $Cl + H$.

» Chlorure de cuivre . . . . $Cl + Cu$.

» Chlorure d'hydrogène ammoniacal. . . . $Cl + {H \atop Am}$.

» Chlorure de cuivre ammoniacal . . . . . $Cl + {Cu \atop Am}$.

» Ainsi l'ammoniaque, pour former de l'ammonium, n'a nullement besoin » d'enlever l'hydrogène au chlore.

» D'après cette manière de disposer les atomes, il résulte que si l'on re- » garde leur projection horizontale, on apercevra deux groupes ClH^3H et N, » tandis que si l'on examine la projection verticale, on apercevra un autre » arrangement Cl et H^4N. Peut-on dire maintenant que le sel ammoniac » soit plutôt un sel d'ammonium qu'un sel d'ammoniaque ?

» Quant à l'ammonium, au cacodyle, au stibéthyle, etc., ce serait de » l'hydrogène, mais de l'hydrogène modifié par l'ammoniaque, la cacodine, » la stibéthine, etc. »

Et plus loin, page 339 : « L'éthylamine, la diéthylamine, la triéthylamine

» étant des *ammoniaques modifiées*, l'ammonium, l'éthylammonium, le caco-
» dyle, le stibéthyle, etc., sont des *hydrogènes modifiés*. Les ammoniaques
» modifiées conservent le caractère basique de l'ammoniaque; les hydrogènes
» modifiés conservent aussi le caractère métallique de l'hydrogène. C'est ce
» qui m'a fait dire autrefois que l'hydrogène est le métal de la chimie
» organique. »

Puis enfin :

« En résumé, la théorie de l'ammoniaque me paraît aussi vraie que celle
» de l'ammonium, et dans les sels ammoniacaux, les atomes sont peut-être
» disposés de telle sorte, qu'il est impossible de dire s'ils renferment de
» l'ammoniaque plutôt que de l'ammonium. »

La théorie de l'ammonium paraît à Laurent si possible, si vraie, qu'il s'arrange de manière à la laisser subsister concurremment avec celle de l'ammoniaque. De plus, il l'élargit de la manière la plus hardie en démontrant la possibilité de l'existence d'un grand nombre d'autres métaux composés.

Pour en finir avec toutes les opinions qui ont été proposées pour l'ammonium, nous ne pouvons nous dispenser d'extraire quelques fragments d'un chapitre écrit à ce sujet par M. Al. Baudrimont, qui étend le domaine de la spéculation beaucoup plus loin encore que les chimistes précédemment cités.

Al. Baudrimont (*Traité de chimie*, 1845, tome II, page 244).

Après avoir envisagé les sels ammoniacaux au point de vue de la théorie de l'ammonium et de celle de l'amidogène, ce hardi novateur ajoute :

« Je ne me prononcerai point entre les deux hypothèses de l'amidogène
» et de l'ammonium, toutes deux me paraissent probables, toutes deux
» sont on ne peut plus séduisantes, et l'on ne peut que témoigner le regret
» que la science qui les a fait créer ne nous permette pas de les juger
» immédiatement.

» En résumant les notions précédentes, on trouve au premier degré de
» l'échelle ammoniacale, un composé AzH^2, comparable aux chloroïdes, y

» compris le cyanogène, et au bioxyde d'azote ; l'amidogène uni à l'hydro-
» gène donne un nouveau corps analogue au cyanure hydrique et équiva-
» lant à l'acide azoteux : c'est l'ammoniaque ; au dernier degré, on trouve
» $Az H^4$ qui représente un métal. Son équivalent $Az O^4$ joue tour à tour le
» rôle d'un corps composé de deux acides $Az O^3$ et $Az O^5$, ou celui d'un
» élément chimique flottant entre les métaux et les métalloïdes.

» Si les analogies établies précédemment ne sont point mal fondées, on
» peut admettre que, par une suite de combinaisons, un corps peut deve-
» nir analogue aux métalloïdes les plus comburants ou aux métaux les plus
» combustibles. Il manquerait donc au chlore, au brome et à l'iode deux
» degrés de combinaisons pour, sinon former des métaux, au moins sortir
» de leur classe et produire de nouveaux éléments. Par contre, si on pou-
» vait retrancher du potassium ce qui le constitue à l'état métallique, on en
» ferait un radical comburant.

» Quand on voit le bioxyde d'azote jouer quelquefois le rôle d'un élément
» chimique, prendre autant d'oxygène qu'il en renferme et devenir un autre
» élément chimique, on peut se demander si ce nouveau corps, par des
» combinaisons successives, ne donnerait pas de nouveaux éléments, et
» l'on peut se demander enfin si tous les éléments connus n'ont pas été pro-
» duits par une série de combinaisons qui, nous les présentant aux divers
» degrés de leurs transformations possibles, les donne avec les aspects si
» variés que nous leur connaissons.

» Les considérations précédentes établissent la probabilité que, par une
» suite de pénétrations et de condensations, les corps subissent de profondes
» modifications dans le nombre des éléments constitutifs de leurs molécules ;
» mais qu'ils reviennent périodiquement à des états isotomiques qui leur
» permettent de jouer des rôles sinon identiques, au moins semblables, dans
» les composés qui les recèlent. Telle est peut-être l'explication de l'analogie
» si profonde que l'on remarque entre les corps que l'on trouve le plus
» souvent associés dans la nature, comme les oxoïdes, les chloroïdes, les
» azotoïdes, les platinoïdes : l'identité des circonstances aura déterminé
» l'identité de l'état isotomique, et, de là, la similitude des rôles chimiques.

» Les hypothèses précédentes, poussées jusqu'aux dernières limites, con-
» duisent à cette conséquence remarquable, qu'il n'y a sans doute qu'une
» seule matière élémentaire qui a pu produire toutes celles que nous con-
» naissons, par des modes d'agrégation et de condensation tout particuliers. »

Plus loin, page 251 :

« Des différences observées entre la production du chlorure potassique et
» celle du chlorure ammonique, on ne peut donc rien conclure qui soit
» contraire à l'identité de leur constitution ; car le chlorure hydrique, en
» s'unissant à l'ammoniaque, pourrait d'abord perdre l'hydrogène qu'il ren-
» ferme pour le céder à cette dernière et en faire de l'ammonium qui s'uni-
» rait définitivement avec le chlore ; de même que le chlore pourrait enlever
» au potassium l'élément qui le métallifie, et, après s'être constitué à l'état
» de chlorure de cet élément, s'unir avec le reste du potassium, qui serait
» alors comparable à l'ammoniaque, pour produire enfin un composé ana-
» logue au chlorhydrate de cette dernière substance. Il se pourrait enfin que
» les produits fussent parfaitement comparables, quoique étant formés dans
» des circonstances différentes. »

Si toutes ces belles et grandes idées ne sont que des hypothèses, elles ont au moins le mérite de partir d'une unité de conception bien rare dans les sciences !

Résumé des opinions des chimistes.

Nous devons cesser ici toutes nos pérégrinations à travers tous les traités de chimie, car nous n'aurions plus rien à découvrir pour ou contre l'ammonium. Nous avons voulu, avant tout, rassembler en un même faisceau ce qui a été dit de plus important à ce sujet, afin d'en tirer le plus de lumière possible pour éclairer la question. Voici où nous en sommes arrivé :

Si des chimistes aussi éminents que M. le baron Thénard font à peine mention de la théorie de l'ammonium ; si MM. Pelouze et Frémy, Malaguti, etc., lui préfèrent la théorie ancienne de l'ammoniaque; si M. Regnault semble rester indifférent devant elle; si M. Dumas en laisse entrevoir la

possibilité, tout en donnant la préférence à l'ancienne théorie, pour satisfaire à l'habitude; d'un autre côté, nous voyons Berzélius l'adopter franchement et être imité en cela par M. Liébig et les autres chimistes allemands. Quant à MM. Robert Kane et Gerhardt, nous aurons à discuter si les nouvelles théories qu'ils proposent pour remplacer celle de l'ammonium ont plus de solidité qu'elle. Pour ce qui est de Laurent et de M. Baudrimont, l'un nous fait entrevoir que les deux théories de l'ammoniaque et de l'ammonium sont possibles, l'autre nous démontre également que l'amidogène et l'ammonium ne s'excluent nullement, ce qu'il nous fait comprendre à l'aide de l'hypothèse des *condensations successives* des molécules matérielles.

Malgré tout, la question reste encore sans solution précise! C'est pourquoi nous allons à présent essayer de la résoudre en pesant les preuves et les objections dans une même balance. Nous jugerons par là si ces dernières sont aussi accablantes qu'on l'avait fait supposer.

Il est facile de résumer les preuves, si l'on veut bien se souvenir de ce qui a été dit au commencement de ce travail.

Preuves en faveur de l'ammonium.

1° L'existence de l'amalgame d'ammonium;

2° La présence d'un équivalent d'eau dans les sels ammoniacaux à acides oxygénés, et la conservation dans ces sels de l'hydrogène des hydracides;

3° L'isomorphisme des sels ammoniques avec ceux de potasse;

4° Enfin l'impossibilité de donner naissance aux sels ammoniacaux ordinaires à l'aide du gaz ammoniac et d'un acide anhydre;

Tout nous conduit forcément à envisager la constitution des sels ammoniacaux au point de vue de l'ammonium.

Par là, nous réduisons à néant les difficultés que soulèvent ces sels quand on les considère comme produits par l'union des acides avec l'ammoniaque $Az\,H^3$ comme base, plus un équivalent d'eau.

Objections contre la théorie de l'ammonium.

Pour ce qui est des objections, en voici également le résumé :

1° On ne connaît pas l'*ammonium* à l'état de liberté;

2° L'*oxyde d'ammonium* est aussi inconnu;

3° En adoptant l'ammonium au nombre des radicaux composés, on est obligé d'admettre au même titre un grand nombre d'autres radicaux hypothétiques, le *morphium*, le *quinium*, etc.;

4° L'ammonium une fois admis, l'*ammoniaque* semble n'avoir plus ni place, ni valeur;

5° Enfin, surtout on serait obligé d'admettre que, dans la combinaison de Cl H avec $Az\,H^3$, cette dernière dépouille le chlore de son hydrogène pour former de l'ammonium, ce qui est en opposition formelle avec la puissante affinité qu'on reconnaît au chlore et à l'hydrogène, l'un pour l'autre.

Avant de répondre à toutes ces objections, qu'il nous soit permis de relater ici les quelques expériences que nous avons entreprises sur les sels ammoniacaux, et qui sont susceptibles d'une interprétation toute nouvelle en faveur de l'ammonium.

CHAPITRE TROISIÈME.

NOUVELLES RECHERCHES SUR L'ACTION DES MÉTAUX SUR LES SELS AMMONIACAUX.

Le point de départ de ces expériences est le fait bien connu de l'action de quelques métaux, fer, zinc, étain, sur le sel ammoniac, et la décomposition de celui-ci en azote et en hydrogène sous leur influence. On va voir que nous avons généralisé singulièrement cette action, et qu'il est possible, nécessaire même de l'expliquer dans un sens favorable à l'ammonium.

Expériences par voie sèche.

1re Expérience. — Dans un très-petit matras muni d'un tube à recueillir les gaz, nous avons introduit 30 grammes de sel ammoniac bien sec et 15 grammes de fer en limaille. Nous avons fait successivement, et dans les mêmes proportions, des mélanges de ce sel avec d'autres métaux en limaille, tels que le zinc, le cuivre, l'étain, le plomb, l'antimoine, le bismuth, le mercure et l'argent. Chacun de ces mélanges a été chauffé assez fortement au bain de sable, et, pendant tous les moments de l'opération, nous avons recueilli sur le mercure le gaz qui s'échappait des appareils, quand, toutefois, il y avait réaction.

Ce gaz, d'après ce qu'en disent MM. Pelouze et Frémy, serait composé de 6 volumes d'hydrogène contre 2 volumes d'azote. Évidemment, il y a là une erreur! ces savants chimistes ont voulu mettre 8 volumes d'hydrogène et 2 volumes d'azote, d'après l'équation



$$\mathrm{Cl\,H^4\,Az + M = Cl\,M + H^4 + Az}$$ ou le double en volume.

Aussi voyons-nous M. Malaguti indiquer dans son traité de chimie le rapport de 4 volumes à 1 volume pour les gaz obtenus dans cette même expérience. Pour nous, voici ce que nous avons observé :

Dans les premiers moments de l'action du fer sur le sel ammoniac, alors que la température n'est pas encore très-élevée, nous avons pu constater le dégagement d'un gaz qui, à l'analyse [1], a offert un mélange de gaz ammoniac et d'hydrogène dans le rapport de 2 volumes du premier à 1 volume du second. Mais bientôt, la chaleur devenant plus forte, une certaine quantité de gaz azote s'est ajoutée à ces deux corps; et jusqu'à la fin de l'expérience, les proportions de cet azote ainsi que de l'hydrogène ont augmenté, tandis que celle du gaz ammoniac a diminué; de telle sorte que la proportion de celui-ci a été en raison inverse de celle des autres gaz simples. Mais, par ce mode d'expérimentation, nous ne sommes jamais arrivé à obtenir un mélange de 1 volume d'azote pour 4 volumes d'hydrogène : il y avait toujours un excès de ce dernier. C'est ce dont on peut facilement se rendre compte en admettant que deux genres de décomposition avaient lieu simultanément : le premier en ammoniaque et en hydrogène, correspondant à la température la moins élevée; le deuxième en azote et en hydrogène, produit alors par la plus forte chaleur; d'où faisant la somme des produits, on a :



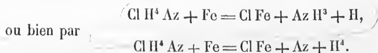
$$\underbrace{\mathrm{Az\,H^3, H}}_{\text{1er temps.}} + \underbrace{\mathrm{Az, H^4}}_{\text{2e temps.}} = \mathrm{Az\,H^3 + Az + H^5}.$$

[1] Nous croyons inutile d'insister sur les procédés analytiques employés pour nos recherches. La séparation du gaz ammoniac par l'eau et les procédés eudiométriques ordinaires sont des moyens trop connus pour qu'il soit nécessaire de les relater ici.

Enlevant l'ammoniaque par l'eau, il reste $Az + H^6$ dans le rapport de 1 à 5 en volume.

L'une de ces deux décompositions dominant, il en résultait : ou une plus grande proportion d'ammoniaque, et alors moins d'hydrogène ; ou plus d'hydrogène et d'azote, et, par conséquent, moins d'ammoniaque. Nous n'avons pu obtenir le mélange $Az + H^4$ dans toute sa pureté qu'en dirigeant la vapeur du sel ammoniac sur du fer porté au rouge dans un tube de porcelaine : la décomposition était alors complète lorsqu'on élevait suffisamment la température.

Donc, en résumé, suivant le degré de chaleur, nous pouvons représenter cette décomposition par



$$Cl\,H^4\,Az + Fe = Cl\,Fe + Az\,H^3 + H,$$

ou bien par

$$Cl\,H^4\,Az + Fe = Cl\,Fe + Az + H^4.$$

2e Expérience. — L'expérience faite dans les mêmes conditions avec le zinc a donné des résultats semblables. Il est inutile, par conséquent, d'insister davantage sur elle.

3e Expérience. — La même expérience eut lieu avec l'étain ; mais elle fut moins productive en gaz.

4e Expérience. — Par le cuivre, la décomposition a été manifestement plus difficile, en ce sens qu'elle a exigé une chaleur plus forte ; mais elle a présenté absolument les mêmes phases de décomposition que dans les cas précédents.

5e Expérience. — Avec le plomb, elle fut encore plus difficile à obtenir dans un simple matras. Cependant il nous a été très-possible de constater le dégagement de l'ammoniaque, de l'hydrogène et de l'azote. Le temps nous manquant, nous n'avons pu essayer l'action du plomb à une plus haute température [1], dans un tube chauffé au rouge, par exemple, pas plus pour lui que pour les métaux suivants.

[1] Nous opérions à la température de volatilisation du sel ammoniac.

6e, 7e, 8e et 9e Expériences. — Pour le bismuth, l'antimoine, le mercure et l'argent, l'essai au matras ne nous a donné aucun signe de décomposition, aucun dégagement de gaz.

A la suite de ces expériences, nous n'avons pas eu le temps d'essayer le même genre de réaction de la part des métaux précédents sur les autres sels ammoniacaux. Il est probable que nous aurions obtenu des résultats analogues, en tenant compte, toutefois, de la décomposition particulière que quelques-uns d'entre eux peuvent éprouver sous l'influence de la chaleur.

Expériences par voie humide.

Les métaux ne décomposent pas seulement le sel ammoniac par voie sèche et à une température élevée, ils le décomposent lors même qu'il est dissous dans l'eau, et cela à la température ordinaire. En opérant par voie humide, nous avons fait un assez grand nombre d'expériences, les variant autant que possible, afin de saisir plus amplement l'identité des résultats pour pouvoir les comparer à ceux que nous a donnés la voie sèche. En voici le relevé :

Des dissolutions d'une partie de sel dans quatre parties d'eau ont été faites avec les composés suivants :

Chlorure d'ammonium, sulfate d'ammoniaque, alun ammoniacal, carbonate, oxalate[1], azotate, phosphate, arséniate d'ammoniaque.

A 60 grammes de chacune de ces solutions nous avons ajouté 10 grammes de limaille d'un des métaux suivants :

Fer, zinc, étain, amalgame d'étain, bismuth, antimoine, plomb, cuivre, mercure, argent, or.

Plaçant séparément ces mélanges dans de petits matras, nous avons achevé de remplir ceux-ci avec de l'eau distillée, leur ajoutant des tubes à

[1] La dissolution d'oxalate d'ammoniaque, ayant abandonné des cristaux, fut employée moins concentrée que l'étaient les autres.

6

gaz également remplis d'eau, de façon à pouvoir recueillir, dans des éprouvettes pleines d'eau, les produits aériformes qui s'échapperaient sans que de l'air puisse s'y mêler.

Tous ces matras ayant été exposés au soleil ardent, ou à la chaleur de l'ébullition lorsque celle du soleil nous paraissait insuffisante, voici ce que nous avons observé :

10ᵉ Expérience. — Solution de sel ammoniac, 60 gr. Fer en limaille, 10 gr. Dégagement prompt et facile d'hydrogène. Formation d'ammoniaque et d'un protochlorure de fer qui reste dissous.

11ᵉ Expérience. — Sel ammoniac en solution et limaille de zinc (même proportion). L'hydrogène s'en dégage aussi avec promptitude et facilité. Rien ne se précipite, sans doute à cause de la solubilité de l'oxyde de zinc dans l'ammoniaque. (Même remarque pour le fer.)

12ᵉ Expérience. — Sel ammoniac et étain. Pas de réaction, même en cherchant à l'aider par l'ébullition.

13ᵉ Expérience. — Sel ammoniac et amalgame d'étain. Rien. (Nous avions espéré qu'il se produirait un amalgame d'ammonium.)

14ᵉ Expérience. — Sel ammoniac et cuivre. Au soleil, le dégagement d'hydrogène est à peine marqué. Il est lent et difficile à obtenir par l'ébullition. La liqueur reste incolore, mais elle bleuit à l'air en quelques instants.

15ᵉ, 16ᵉ et 17ᵉ Expériences. — Sel ammoniac avec plomb, argent et or. Le plomb et l'argent sont à peine attaqués, même à l'ébullition. Le dégagement de gaz n'est pas sensible. L'hydrogène sulfuré seul peut indiquer la présence de ces métaux dans les liqueurs. Rien avec l'or.

18ᵉ et 19ᵉ Expériences. — Solution de sulfate d'ammoniaque avec fer et zinc. Mêmes observations que pour les numéros 10 et 11. Cependant l'action est moins vive.

20e et 21e Expériences. — Solution d'alun ammoniacal avec fer et zinc. Le dégagement d'hydrogène commence de suite; il est des plus vifs comparativement aux autres sels, et l'alumine se précipite à mesure que l'action se prolonge.

22e, 23e, 24e, 25e, 26e, 27e, 28e, 29e, 30e et 31e Expériences. — Solutions de carbonate, oxalate, azotate, phosphate et arséniate d'ammoniaque avec le fer et le zinc.

Dans toutes ces expériences, il y a dégagement d'hydrogène.

Dans les solutions de phosphate et d'arséniate d'ammoniaque, la réaction cesse bientôt, à cause, sans doute, de l'empâtement des métaux par les précipités gélatineux de phosphates et arséniates de fer et de zinc.

Dans tous les cas, la réaction a toujours été activée par l'application de la chaleur portée jusqu'à l'ébullition des liquides.

32e, 33e, 34e, 35e, 36e, 37e, 38e, 39e, 40e et 41e Expériences. — Pensant que la réaction pourrait peut-être être activée par la présence de l'air, nous avons mis dans des flacons ouverts 60 grammes de la solution de sel ammoniac séparément avec 10 grammes de limaille de fer, de zinc, d'étain, de bismuth, d'antimoine, de cuivre, de plomb, de mercure, d'argent et d'or.

Le fer, le zinc, le cuivre ont été fortement attaqués. Le fer se précipitait de la liqueur et à l'état de sesqui-oxyde à mesure qu'il était dissous. Le cuivre a donné une belle liqueur bleue d'un sel de bioxyde. Le plomb et l'étain ont été sensiblement attaqués. Le mercure et l'argent l'ont été à peine. Le bismuth, l'antimoine et l'or ne l'ont été en aucune façon.

Ainsi donc nous pouvons dire que les métaux, tels que le fer, le zinc et aussi le cuivre, décomposent les sels ammoniacaux dissous en hydrogène et en ammoniaque; les autres métaux ne produisant cette décomposition que très-faiblement ou d'une manière équivoque.

Quoique cela fût presque inutile, nous avons voulu comparer au moins une fois les proportions d'hydrogène et d'ammoniaque dégagées dans les circonstances précédentes à la quantité du métal dissous.

Dosage de l'hydrogène et de l'ammoniaque.

Opérant sur le zinc et la solution de chlorhydrate d'ammoniaque à l'aide d'un appareil composé d'un ballon, d'un tube à trois boules (pour le dosage de l'ammoniaque, procédé Will et Varrentrapp) et d'une éprouvette graduée servant de gazomètre, nous avons, en chauffant le ballon, dégagé l'hydrogène qu'on a apprécié par l'augmentation du volume d'air de l'éprouvette; recueillant l'ammoniaque, qui, en se volatilisant, se rendait dans de l'acide chlorhydrique contenu dans le tube à boule, cette ammoniaque fut dosée à l'état de chlorure double de platine et d'ammonium. Quant au sel de zinc resté dans la liqueur, il fut séparé du métal non dissous par filtration, puis précipité par l'hydrogène sulfuré, la liqueur étant parfaitement neutre.

Voici les chiffres que nous avons obtenus :

Sulfure zincique.	0gr, 45	
Chlorure platinico-ammonique.	2 , 05	
Hydrogène à 19° et 0m 767. . .		110° cent. cube.

Ce qui correspond à :

Zinc.	0gr, 300
Ammoniaque	0 , 135
Hydrogène à 0° et 76°.	0 , 0092

c'est-à-dire très-sensiblement à 1 équivalent de chacun d'eux, ce qui devait être Zn égalant $AzH^3 + H$ ou AzH^4.

Maintenant, si l'on nous demande la conclusion de ces expériences, nous répondrons ceci :

Conclusion sur ces expériences.

De même qu'une lame de cuivre plongée dans la dissolution d'un sel d'argent en déplace ce dernier métal, équivalent pour équivalent, de même que ce cuivre peut être déplacé à son tour par une lame de fer, de même NOUS DEVONS CONSIDÉRER LA DÉCOMPOSITION DES SELS AMMONIACAUX PAR CERTAINS MÉTAUX, SOIT PAR VOIE SÈCHE, SOIT PAR VOIE HUMIDE, COMME UN SIMPLE FAIT DE SUBSTITUTION D'UN MÉTAL A UN AUTRE! LE FER, LE ZINC, LE CUIVRE DÉPLACENT L'*ammonium*, ET VOILA TOUT! C'est un cas de plus à ajouter au groupe de phénomènes semblables signalés autrefois par Richter. Seulement, si, au lieu d'obtenir de l'ammonium, nous obtenons de l'ammoniaque et de l'hydrogène, ou bien ce dernier et de l'azote, suivant la température, c'est que l'*ammonium*, métal composé, ne peut exister dans les conditions où nous le mettons en liberté. Et, assimilant la production de l'amalgame d'ammonium par celui de potassium à un même genre de phénomène..., à une substitution.....; voyant, dans ce cas, l'ammonium passer à l'état d'alliage et résister pendant quelques instants à la tendance qu'ont ses éléments à se dissocier, nous devons espérer que, par les progrès de la science, il viendra un moment où l'on trouvera les conditions normales à son existence, et dans lesquelles alors on pourra l'isoler.

Cette manière d'envisager ce genre de décomposition pourra paraître invraisemblable ou tout au moins bizarre et originale; mais quand nous aurons répondu aux objections faites contre la théorie de l'ammonium, nous espérons qu'elle paraîtra aussi logique, aussi vraie que le déplacement de l'argent par le cuivre, par exemple.

CHAPITRE QUATRIÈME.

DISCUSSION ET CONCLUSIONS SUR L'AMMONIUM.

Passons donc à l'examen de ces formidables objections.

Et d'abord, répondons à la plus terrible, à celle qui paraît si embarrassante et si fondamentale, qu'elle est rapportée par MM. Pelouze et Frémy, Malaguti, R. Kane, Chevreul, etc., et qu'elle semble inquiéter jusqu'à MM. Laurent et Baudrimont eux-mêmes.

Réponses aux objections.

PREMIÈRE OBJECTION. — On nous dit : le *chlore* a une telle affinité pour l'*hydrogène* qu'on ne saurait comprendre qu'il puisse céder ce dernier à l'*ammoniaque* pour faire de l'*ammonium*, lorsqu'au contraire on voit le *chlore* être capable de prendre celui du *chlorhydrate d'ammoniaque !*

Examinons de bien près cette fameuse objection, et voyons tout d'abord ce qui en est de ces prétendues affinités :

1° Quand on fait passer de la vapeur d'eau sur du fer chauffé au rouge, il se produit de l'oxyde noir de fer et de l'hydrogène, à cause, dit-on, de l'affinité du fer pour l'oxygène, laquelle est plus énergique que celle de l'hydrogène pour ce dernier.

Et puis :

Quand on fait passer un courant d'hydrogène sur de l'oxyde de fer (*le même*) chauffé au rouge, il se produit de l'eau et du fer métallique, à

cause.... à cause de quoi, s'il vous plaît? Dira-t-on que c'est parce que l'oxygène a une plus grande affinité pour l'hydrogène que pour le fer! mais vous venez de dire le contraire, il n'y a qu'un instant! Cette différence de résultat peut-elle être attribuée à des circonstances différentes!... Mais, elles sont les mêmes!... c'est toujours un gaz ou une vapeur qui passe sur un corps solide porté au rouge!.... Il y a là contradiction flagrante, et le rôle qu'on fait jouer aux affinités perd singulièrement de sa valeur; mais ceci est pour l'eau et le fer, dira-t-on encore, et nous parlons de l'affinité réciproque du chlore et de l'hydrogène.

Bien, alors!...

Quand on dirige un courant de gaz chlorhydrique sur du fer, du cobalt, du nickel, chauffés au rouge, il se forme des chlorures de fer, de cobalt, de nickel, et il se dégage de l'hydrogène.

Est-ce que, par hasard, ces métaux auraient plus d'affinité pour le chlore que celui-ci n'en a pour l'hydrogène lui-même?

Mais non!... et la preuve, c'est que du gaz hydrogène qui passera au rouge sur ces mêmes chlorures de fer, de cobalt, de nickel, les réduira à l'état métallique pour reformer de l'acide chlorhydrique.

Eh bien! que devient l'affinité? que deviendrait-elle surtout, si nous montrions que les trois quarts des affinités chimiques en sont là?

2° Mais puisque nous voyons des métaux déplacer l'hydrogène de l'acide chlorhydrique, qu'y a-t-il donc d'impossible à ce que cet hydrogène quitte sa place pour se joindre à l'ammoniaque afin de faire de l'ammonium? qui nous dit que le chlore n'est pas plus avide de celui-ci que d'hydrogène? car, d'après tous les exemples précédents, nous ne voyons pas la raison du contraire; mais supposons que ce raisonnement ne suffise pas, et abordons-en un autre.

3° Si la science n'en était encore qu'à la connaissance du soufre et de l'iode, ainsi qu'à celle de leurs combinaisons hydrogénées; si, par hasard, les chimistes ne connaissaient pas le chlore (on peut bien nous permettre cette

supposition), diraient-ils encore que la formation de l'ammonium aux dépens de l'hydrogène des gaz sulfhydrique et iodhydrique est impossible, à cause de l'affinité *puissante* du soufre et de l'iode pour l'hydrogène? mais l'acide sulfhydrique perd son hydrogène avec une extrême facilité; il se décompose presque aussi facilement que l'ammonium! mais l'acide iodhydrique en fait autant! il se décompose même, à la température ordinaire, au contact du mercure. Eh bien, franchement, si l'on ne connaissait pas l'acide chlorhydrique, irait-on argüer de la puissante affinité de l'iode et du soufre pour l'hydrogène contre la théorie de l'ammonium?...

Pour l'honneur et la conscience des chimistes, nous sommes convaincu du contraire! nous sommes seulement étonné d'une chose, c'est que depuis longtemps, contre l'objection qui nous occupe, on n'ait pas encore songé à faire valoir ce raisonnement qui nous paraît sans réplique, pour la plus grande gloire de l'*ammonium*. — Aussi n'insisterons-nous pas davantage, pour passer à l'examen des autres objections.

Deuxième objection. — *On ne connaît pas l'ammonium à l'état de liberté!*

Qu'est-ce que cela prouve? a-t-on toujours connu le potassium, le sodium, etc....? ce qui n'avait pas empêché Lavoisier de deviner leur existence. Et à quelle époque de la science, cependant!

A-t-on toujours connu le cyanogène? ne connaît-on pas maintenant le cacodyle, le stibéthyle et tant d'autres radicaux composés dont on niait également l'existence? Connaissait-on l'acide azotique anhydre et les autres anhydrides organiques que M. Gerhardt prépare maintenant à volonté? mais connaît-on bien le fluor seulement, et l'acide azoteux, et l'acide hyposulfureux, et l'acide hypermanganique? Est-ce que les progrès de la science ne sont pas incessants? Est-ce qu'enfin nous oserions douter de l'avenir?

Troisième objection. — *L'oxyde d'ammonium est également inconnu?*

Mais qui est-ce qui jamais a tenu entre ses mains du protoxyde de fer? Et d'après tout ce que nous savons des admirables découvertes que font tous les jours les chimistes de notre siècle, de notre dix-neuvième siècle!...

qui pourrait prétendre imposer des limites à tel ou tel jeu de combinaisons possibles?

Mais n'avons-nous pas ces magnifiques éthylammoniaques que nous devons aux si belles recherches de M. Wurtz; et ces doubles, triples, quadruples éthylammoniaques dues aux travaux si remarquables de M. Hoffmann? mais n'avons-nous pas les bases de Gros et de Reiset? mais n'avons-nous pas l'oxyde de tétréthylammonium, cette nouvelle potasse du règne organique?

En vérité, sachons attendre.....

Et d'ailleurs, les faits constatés par les chimistes ne sont pas tous tellement infaillibles dans leur essence qu'on ne puisse revenir un peu sur eux; car enfin, quand M. Voëhler nous a appris à connaître l'*aluminium*, qui alors aurait voulu croire au *miracle* accompli de nos jours par M. Sainte-Claire Deville?

Quatrième objection. — *En adoptant l'ammonium au nombre des radicaux composés, on est obligé d'admettre au même titre un grand nombre d'autres radicaux hypothétiques, le morphium, le quinium*, etc.

Eh bien, où est le mal? est-ce que par la force des choses on n'a pas été obligé d'admettre successivement, par une analogie non douteuse, — et cette série d'éléments chimiques dont on ne connaissait que les oxydes, et les anhydrides cachés dans les acides hydratés, et les éthers correspondant à chaque alcool? Est-ce que vous n'espérez pas aujourd'hui les alcools de chaque acide de la série $C^n H^n O^4$? est-ce que vous n'espérez pas aussi les séries de ces alcools? est-ce que vous n'admettez pas, sans y avoir plus droit pour eux que pour l'ammonium, et le ferrocyanogène, et le ferricyanogène, le cobaltocyanogène, le platinocyanogène, etc.? Et l'amidogène, donc, est-ce qu'il n'a pas son brevet de naturalisation, son droit de passe? Est-ce que, nous le répétons, vous n'avez pas le cyanogène, le cacodyle, le stibéthyle,... et une série d'autres radicaux analogues qui attendent qu'on brise la coque qui les étouffe?... Quand vous adoptiez la théorie de l'éthé-

rène de préférence à celle de l'éthyle, parce que vous ne connaissiez de libre que le premier, que faites-vous à présent que le second est isolé?... Mais alors le méthyle, le butyle, l'amyle, etc., sont là aussi... et tant d'autres!...

Pourquoi alors ne pas vouloir du *morphium*, du *quinium*, etc.? Qu'est-ce que ces radicaux composés ont d'impossible? ils seront $\underline{M} + H$, $\underline{Q} + H$, et voilà tout. A présent que la chimie, heureusement pour elle, ne travaille plus au hasard, à présent que toutes ses recherches sont guidées par les théories, fussent-elles des plus contraires, à présent qu'on opère par des procédés généraux qui nous donnent, — et tous les amides, et tous les imides, et tous les nitriles, et tous les anhydrides, et toutes les acétines, éthylammoniaques, éthylurées, etc., etc., du jour où on réalisera un groupe moléculaire du type



$$\textit{Alcaloïde} + H,$$

tous les autres voudront voir le jour le lendemain! ce sera un *type* de plus au milieu des autres, ou un fragment de *série*, comme on voudra! Est-ce à cause de leur terminaison masculine en *um?* est-ce parce que, par leur rôle, ils devront se rapprocher des métaux qu'ils sont ainsi proscrits? Qu'est-ce que tout cela fait donc? Après tout, on ne veut pas dire qu'ils auront l'aspect métallique. Si l'ammonium peut donner naissance à un amalgame, c'est parce que l'hydrogène est un métal, et cet ammonium en contient quatre équivalents; mais remplacez cet hydrogène par des groupes *éthyliques*, *alcaloïdiques*, et aussitôt les ressemblances dans l'aspect s'amoindriront pour ne conserver que l'analogie de constitution!

Allons, espérons, au contraire, que l'ammonium sera le point de départ, le type de tous ces radicaux composés.

Cinquième objection. — *L'ammonium une fois admis, l'ammoniaque ne semble plus avoir ni place, ni valeur!*

Ici, si nous osions prendre le ton de la raillerie, nous dirions qu'en vérité elle est bien à plaindre cette pauvre ammoniaque! Mais aussi pour-

quoi a-t-on voulu lui faire jouer un rôle qu'elle n'a pas? Pourquoi a-t-on gâté cet enfant chéri?

Mais l'ammoniaque, au contraire, jouit d'une suprématie complète sur l'ammonium! L'ammoniaque, NH^3, n'est-elle pas un des quatre types de constitution admis par M. Gerhardt? tandis que l'ammonium, lui, n'est que la doublure de l'hydrogène et la pâle copie de Messieurs les métaux!

Et comment peut-on dire que l'ammoniaque n'a plus ni place, ni valeur? Mais c'est d'abord et toujours la génératrice de ces combinaisons avec les acides anhydres, les *sels d'ammoniaque!* mais c'est le chef de file de tous les alcaloïdes naturels et artificiels; c'est le pivot de toutes ces admirables éthylammoniaques citées cent fois! Et si nous sommes en communion d'idées avec Laurent, c'est le modèle de PH^3, AsH^3, SbH^3 et de tous les composés qui lui seront isodynamiques!

Qu'on ne plaigne donc pas l'ammoniaque; elle a une place d'honneur!

Nous croyons, en conscience, avoir répondu à toutes les objections lancées contre l'ammonium. Nous espérons même y avoir suffisamment répondu pour les réduire à rien et pour lever les scrupules que des esprits timorés conserveraient encore vis-à-vis de l'ammonium. Il ne nous reste plus qu'à examiner les théories de M. R. Kane et de M. Ch. Gerhardt pour en avoir fini avec notre sujet.

Examen de la théorie de M. R. Kane.

1° *L'ammonium est un sous-amidide d'hydrogène;*

2° *L'oxyde d'ammonium est un oxamidide d'hydrogène;*

3° *Le sel ammoniac est un chloramidide d'hydrogène.*

Ces trois paragraphes n'en font évidemment qu'un.

Il nous serait bien facile d'y répondre en faisant remarquer que l'*amide* ou *amidogène*, qui est admis ici implicitement, est, pour ainsi dire, moins connu encore que l'ammonium; que, par conséquent, nous ne voyons pas

en quoi M. R. Kane pourrait forcer l'adoption de l'un aux dépens de l'autre; que l'amidogène, du reste, a autant de droit à l'existence que l'ammonium, sans pour cela lui être siamoisé (qu'on nous pardonne cette expression); que d'ailleurs M. Kane ne rejette pas absolument l'ammonium; que vouloir que l'ammoniaque soit un amidide d'hydrogène et l'ammonium un sous-amidide du même corps, c'est vouloir, par exemple, que AzO^3 soit AzO^2+O; et que AzO^4 soit AzO^2+O^2. Or, qui a jamais songé à noter ainsi ces substances et à les considérer comme des combinaisons du bioxyde d'azote avec l'oxygène? Qui ne voit que ces corps sont essentiellement différents les uns des autres et qu'ils ont chacun leur rôle à jouer?... Mais nous aimons mieux laisser parler M. H. Rose à ce sujet, car l'opinion de cet éminent chimiste sera pour nous d'un grand poids contre la théorie que nous combattons et pour celle que nous cherchons à faire valoir.

H. Rose (*Annales de chimie et de physique*, tome LXXV, page 388).

« On peut, d'après M. Kane, considérer la combinaison d'acide sulfurique » anhydre et d'ammoniac comme analogue à l'hydrate d'acide sulfurique... » Cette opinion de Kane n'a rien de forcé tant qu'il s'agit de sulfate anhy- » dre; il n'en est plus ainsi quand il veut expliquer les combinaisons de » l'ammoniaque avec les acides oxygénés hydratés. Ces combinaisons sont » regardées par Berzélius comme des sels d'oxyde d'ammonium. Dans ce » point de vue, on explique d'une manière très-simple l'analogie de ces » sels avec ceux des autres bases oxygénées, ainsi que l'isomorphisme de » quelques sels de potasse et d'oxyde d'ammonium. D'après Kane, au con- » traire, cette classe nombreuse de sels ammoniacaux est formée par la » combinaison de l'acide avec deux bases, l'oxyde et l'amidide d'hydro- » gène, et le sulfate d'ammoniaque est analogue, dans cette hypothèse, aux » sulfates qui retiennent un atome d'eau à une température élevée. Mais » l'analogie et l'isomorphisme de ces sels ammoniacaux avec les sels de » potasse sont loin d'être mis en évidence par les opinions de Kane et mis » de côté. Malgré la juste appréciation de Kane, Graham se déclare, et pour » la même raison, pour la théorie de l'ammonium. »

Examen de la théorie de M. Ch. Gerhardt (*loco citato*).

D'après sa théorie des combinaisons par accouplement, M. Gerhardt considère l'ammoniaque comme une copule, et arrive par là à nier l'existence de l'ammonium, de l'éthyle, etc. Mais, tout en admettant que l'ammoniaque soit une copule vis-à-vis des acides hydratés, cela ne prouve pas qu'elle ne puisse, avec l'eau de ceux-ci, jouer le rôle d'un oxyde métallique. Cet éthyle, dont M. Gerhardt niait l'existence alors, est isolé aujourd'hui, bien qu'il ne semble pas posséder les propriétés auxquelles on s'attendait. Cette théorie des copules n'explique pas d'ailleurs et le rôle de l'ammoniaque vis-à-vis des hydracides, et l'isomorphisme si important des sels ammoniacaux avec les sels potassiques, et enfin, car il a sa valeur tout comme un autre, cet amalgame d'ammonium! Nous ne croyons donc pas la théorie de l'ammonium battue et anéantie par l'ingénieuse théorie des copules.

En général, tout en lui rendant service d'abord, l'esprit de système a toujours nui aux intérêts de la science. Il est bon de généraliser, de synthétiser, mais seulement dans les limites d'une véritable analogie. Tel a été le sort, en chimie (et cela d'une façon si remarquable), du système dualistique, aujourd'hui si tombé en désuétude, mais qu'un reste de respect pour les services qu'il a rendus, et surtout pour l'immortel génie qui l'a mis en vigueur, maintient encore sur les pages de nos livres. Donc il est toujours à craindre, en chimie, de rendre trop générales des théories qui ne s'appliquent bien qu'à un certain nombre de faits particuliers. L'unité scientifique est, certes, le but où doivent tendre tous les efforts des savants; mais la science, comme la nature, dont elle n'est que l'interprétation raisonnée, nous offre aussi la multiplicité infinie dans l'unité absolue!

En terminant notre travail, qu'il nous soit permis d'exprimer notre vive reconnaissance à MM. les Professeurs de l'École de pharmacie de Paris : Bussy, directeur et professeur de chimie; Caventou, professeur de toxicologie; Chatin, professeur de botanique; Chevallier, professeur de pharmacie; Gaultier de Claubry, professeur de chimie organique; Guibourt, professeur de matière médicale; Guilbert, professeur de zoologie; Lecanu, professeur de pharmacie; à MM. Wurtz et Gavarret, professeurs de chimie et de physique à l'École de médecine de Paris, et à MM. Figuier, Lutz, Réveil, Robiquet et Soubeiran, agrégés de l'École de pharmacie, pour les attentions affectueuses dont ils n'ont cessé de nous entourer. Qu'il nous soit permis de remercier particulièrement M. Lecanu, professeur de cette école, pour son aménité et sa bienveillance toute paternelle, dont nous garderons toujours le plus vif souvenir. Remercions aussi notre premier maître et ami Ernest Baudrimont, dont les bons et précieux conseils nous ont constamment guidé dans le cours de notre éducation scientifique.

TABLE DES MATIÈRES.


ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE
BIBLIOTHÈQUE
PARIS

